

1503 PATENTS 24 FEB 2005

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. September 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/080132 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H05K
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/001084
- (22) Internationales Anmeldedatum:
6. Februar 2004 (06.02.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
103 10 282.5 7. März 2003 (07.03.2003) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): RITTAL GMBH & CO. KG [DE/DE]; Auf dem
Stützelberg, 35745 Herborn (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NICOLAI, Michael

[DE/DE]; Höfeweg 1, 35466 Rabenau (DE). DÖRRICH,
Martin [DE/DE]; Bienenweg 20, 35764 Sinn (DE).
STRACKBEIN, Heinrich [DE/DE]; Steinfurthstr. 3,
35444 Biebertal (DE). HAIN, Markus [DE/DE]; Hol-
steinstr. 1, 35684 Dillenburg (DE). KREILING, Jörg
[DE/DE]; Grabenstr. 9, 35444 Biebertal (DE).

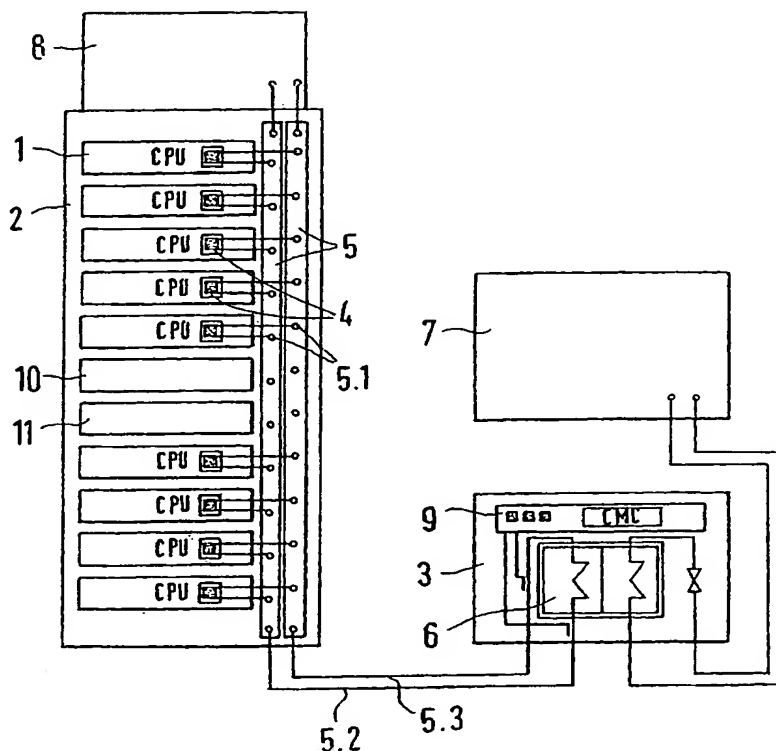
(74) Anwalt: FLECK, Hermann-Josef; Klingengasse 2,
71665 Vaihingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIQUID COOLING SYSTEM

(54) Bezeichnung: FLÜSSIGKEITS-KÜHLSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a liquid cooling system comprising several cooling units (4) which are arranged in a rack (2) or switch cabinet and which are individually associated with electronic modules (1) which are to be cooled. Said system also comprises a monitoring and control device (9) for monitoring the cooling temperature. Effective cooling and monitoring of temperature is maintained by virtue of the fact that the cooling units (4) are configured as liquid cooling units and are connected by means of branches (5.1) to a common central liquid line system (5) which is integrated into the rack (2) or switch cabinet and that the control and monitoring device for monitoring the cooling temperature is embodied in the central liquid line system (5) and produces an error signal when a predefined or predefinable threshold temperature has been exceeded in a liquid return branch (5.3) or a predefined or predefinable threshold temperature difference between a temperature in a forward branch (5.2) and a temperature in the return branch (5.3) has been exceeded or when the flow of fluid falls below a predefined or predefinable threshold value.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

EXPRESS MAIL NO. EV478067712US

MAILED 24 FEB 2005



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein Flüssigkeits-Kühlsystem mit mehreren in einem Rack (2) oder Schaltschrank untergebrachten und jeweiligen zu kühlenden Elektronikbaugruppen (1) individuell zugeordneten Kühleinheiten (4) und ferner mit einer Überwachungs- und Steuerungseinrichtung (9) zum Überwachen der Kühltemperatur. Eine wirkungsvolle Kühlung und Temperaturüberwachung wird dadurch erhalten, dass die Kühleinheiten (4) als Flüssigkeits-Kühleinheiten ausgebildet und über Zweigstellen (5.1) an ein in dem Rack (2) oder Schaltschrank integriertes gemeinsames zentrales Flüssigkeitsleitungssystem (5) angeschlossen sind und dass die Steuerungs- und Überwachungseinrichtung zum Überwachen der Kühltemperatur in dem zentralen Flüssigkeitsleitungssystem (5) und Abgeben eines Fehlersignals bei Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperatur in einem Flüssigkeitsrücklaufzweig (5.3) oder Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperaturdifferenz zwischen einer Temperatur in einem Vorlaufzweig (5.2) und einer Temperatur in dem Rücklaufzweig (5.3) oder bei Abfallen der Flüssigkeitsströmung unter einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert ausgebildet ist.

1/PRTS

Flüssigkeits-Kühlsystem

Die Erfindung bezieht sich auf ein Flüssigkeits-Kühlsystem mit mehreren in einem Rack oder Schaltschrank untergebrachten und jeweiligen zu kühlenden Elektronikbaugruppen individuell zugeordneten Kühleinheiten und ferner mit einer Überwachungs- und Steuerungseinrichtung zum Überwachen der Kühltemperatur.

Ein derartiges Flüssigkeits-Kühlsystem ist in der DE 196 09 651 C2 in Verbindung mit einer Schaltschrank-Klimatisierungseinrichtung angegeben. Das Flüssigkeits-Kühlsystem ist dabei z.B. als Kühlgerät oder eine Kühleinheit mit Luft/Wasser-Wärmetauscher ausgebildet und stellt eine Komponente der gesamten Klimatisierungseinrichtung dar, die mittels einer übergeordneten Überwachungs- und Steuerungseinrichtung überwacht und gesteuert bzw. geregelt wird. Mit der Kühleinheit in Verbindung mit der Überwachungs- und Steuerungseinrichtung können je nach Einsatzfall bzw. Wunsch eines Anwenders vielfältige Steuerungskonzepte der Klimatisierung verwirklicht werden. Dabei ist auch die Möglichkeit gegeben, einzelne Elektronikbaugruppen lokal zu kühlen, wozu diesen zugeordnete Lüfterein-

heiten angesteuert werden. Ist ein Rack oder ein Schaltschrank mit einer Vielzahl von Elektronikbaugruppen hoher Rechnerleistung bestückt, können insbesondere im Bereich der Rechneinheiten allerdings sehr hohe Wärmemengen anfallen, die auch mit einer derartigen Kühleinrichtung schwer zu beseitigen sind.

In der WO 97/34345 ist ein Schaltschranküberwachungs- und Steuerungssystem angegeben, in das u.a. auch eine Klimatisierungseinrichtung mit Kühlgerät und Lüftern sowie Wärmetauscher eingebunden ist. Ein Kühlkonzept zum Abführen von Wärme im Bereich einzelner Baugruppen ist in dieser Druckschrift nicht näher beschrieben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Flüssigkeits-Kühlsystem der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit dem insbesondere auch bei einer hohen Packungsdichte des Racks oder Schaltschranks mit Elektronikbaugruppen hoher Wärmeproduktion zuverlässig gekühlt werden und ein Wärmeschaden der Elektronikbaugruppen vermieden wird.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass die Kühleinheiten als Flüssigkeits-Kühleinheiten ausgebildet und über Zweigstellen an ein in dem Rack oder Schaltschrank integriertes gemeinsames zentrales Flüssigkeitsleitungssystem angeschlossen sind und dass die Steuerungs- und Überwachungseinrichtung zum Überwachen der Kühltemperatur in dem zentralen Flüssigkeitsleitungssystem und Abgeben eines Fehlersignals bei Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperatur in einem Flüssigkeitsrücklaufzweig oder Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperaturdifferenz zwischen einer Temperatur in einem Vorlaufzweig und einer Temperatur in dem Rücklaufzweig oder bei Abfallen der Flüssigkeitsströmung unter einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert ausgebildet ist.

Mit den Flüssigkeits-Kühleinheiten, die den Elektronikbaugruppen zugeordnet sind, werden diese mit hohem Wirkungsgrad zuverlässig gekühlt. Dabei wird eine übermäßige Erwärmung zuverlässig durch die Überwachung der Kühltemperatur und/oder Strömung in dem zentralen Flüssigkeitsleitungssystem festgestellt und gegebenenfalls durch Abgabe eines entsprechenden Fehlersignals angezeigt bzw. im System durch entsprechende Verarbeitung berücksichtigt.

Eine Schädigung der zu kühlenden Elektronikbaugruppen wird dadurch sicher und mit einfachen Maßnahmen unterbunden, dass das Fehlersignal zum Auslösen eines Alarms und/oder zum Abschalten einer gemeinsamen Stromversorgung aller Elektronikbaugruppen genutzt ist.

Eine besonders wirkungsvolle Kühlung wird dadurch erzielt, dass die Kühleinheiten an temperaturempfindlichen wärmeproduzierenden elektronischen Bauelementen thermisch angekoppelte, von der Kühlflüssigkeit durchströmte Kühlelemente aufweisen.

Ein übersichtlicher Aufbau mit einfachen Anschlussmöglichkeiten wird dadurch erhalten, dass das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem eine mit Vorlaufkanal und Rücklaufkanal versehene Leitungseinheit aufweist, die vertikal ausgerichtet in dem Rack oder Schaltschrank montiert ist und über ihre Länge zum Bilden der Zweigstellen mit vorzugsweise äquidistant angeordneten Koppelmitteln versehen ist.

Zu einem einfachen Aufbau mit leichten Montagemöglichkeiten tragen die Maßnahmen bei, dass ein in dem Rack oder Schaltschrank verlaufender Abschnitt des zentralen Flüssigkeitsleitungssystem an einem vertikalen Rahmenschenkel, an

mindestens einer Montageschiene oder an der Innenseite eines Verkleidungsteils angebracht ist.

Dabei ergeben sich günstige Anordnungsmöglichkeiten dadurch, dass an oder in dem Rahmenschenkel eine vertikale, zum Innenraum des Racks oder Schaltschranks über ihre Länge offene Aufnahme integriert ist, in die der Abschnitt des zentralen Flüssigkeitsleitungssystems eingesetzt ist.

Verschiedene Ausgestaltungsvarianten für eine wirkungsvolle Kühlung bestehen darin, dass das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem an einen Luft/Flüssigkeits-Wärmetauscher und/oder einen Flüssigkeits/Flüssigkeits-Wärmetauscher angeschlossen ist, und ferner darin, dass der Flüssigkeits/Flüssigkeits-Wärmetauscher an eine Rückkühlanlage angeschlossen ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Die Fig. zeigt eine schematische Darstellung eines Aufbaubeispiels eines Flüssigkeits-Kühlsystems zum Kühlen einer Vielzahl von in einem Rack 2 aufgenommenen Elektronikbaugruppen 1, die jeweils als Haupt-Wärmeproduzenten mindestens eine zentrale Prozessoreinheit (CPU) 1.1 hoher Rechnerleistung in einem die Elektronikbaugruppe 1 beinhaltenden Gehäuse aufweisen.

Zum Kühlen der Elektronikbaugruppe 1, insbesondere der Prozessoreinheiten bzw. Rechereinheiten 1.1, die als ein integriertes Bauelement ausgebildet sind, sind auf dem Bauelementkörper mit Kanälen versehene Kühlelemente 4 der Flüssigkeits-Kühleinheiten in engem wärmeleitendem Kontakt aufgebracht, durch die die Kühl-

flüssigkeit über einen möglichst langen Weg geleitet wird. Die Flüssigkeits-Kühleinheiten mit den Kühlelementen 4 sind über jeweilige Vorlauf-Zweigleitungen und Rücklauf-Zweigleitungen über entsprechende Zweigstellen 5.1 mit Koppellementen an einen in dem Rack verlaufenden vertikalen Abschnitt eines zentralen Flüssigkeitsleitungssystems 5 angeschlossen. Das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem 5 weist ebenfalls einen Vorlaufzweig 5.2 und einen Rücklaufzweig 5.3 für die Kühlflüssigkeit auf, wobei der in dem Rack 2 bzw. Schaltschrank angeordnete vertikale Abschnitt vorzugsweise als eine Leitungseinheit 5.4 mit dem Vorlaufzweig 5.2 und dem Rücklaufzweig 5.3 ausgebildet ist.

Im unteren Bereich der Leitungseinheit 5.4 ist diese über einen weiteren Abschnitt des Vorlaufzweiges 5.2 und des Rücklaufzweiges 5.3 an einen in einem Elektronikgehäuse 3 aufgenommenen Wasser/Wasser-Wärmetauscher 6 angeschlossen. In dem Elektronikgehäuse 3 ist eine Überwachungs- und Steuerungseinrichtung 9 für Funktionen des Schaltschranks oder Racks 2 aufgenommen, die u.a. auch an den Vorlaufzweig 5.2 und den Rücklaufzweig 5.3 angeschlossen ist, um die dort vorhandenen Temperaturen der Flüssigkeit bzw. des Wassers zu erfassen.

Zur Kühlung der Flüssigkeit ist/sind auch ein einfaches Rückkühlaggregat oder eine Lüftervorrichtung denkbar.

Über weitere Leitungen ist der Wasser/Wasser-Wärmetauscher 6 an eine Rückkühlanlage 7 angeschlossen, die eine zuverlässige Kühlung der Kühlflüssigkeit sicherstellt und die Möglichkeit bietet, die entstandene Wärme auch z.B. außerhalb des Raumes abzugeben, in dem sich das Rack 2 oder der Schaltschrank mit den zu kühlenden Elektronikbaugruppen befindet, um eine zu hohe Raumtemperatur zu vermeiden.

Zudem ist der obere Bereich des vertikalen Abschnittes des zentralen Flüssigkeitsleitungssystems 5 über weitere Leitungen an einen auf dem Rack 2 oder Schaltschrank angeordneten Luft/Wasser-Wärmetauscher 8 angeschlossen, mit dem eine weitere Kühlung der Flüssigkeit erreicht wird und zudem auch, bei entsprechender Ausgestaltung, die Allgemeintemperatur im Bereich der Baugruppen bzw. im Innenraum des Schaltschranks herabgesetzt werden kann.

Ferner sind in dem Rack 2 beispielhaft noch eine Monitor-Tastatur-Einheit 10 und eine Server-Schaltsteuerung (Server-Switch-Control) angeordnet, die aber wegen der geringeren Wärmeproduktion nicht an das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem 5 angeschlossen sein müssen.

Stellt die Überwachungs- und Steuerungseinrichtung 9 z.B. mittels Temperaturfühler oder Flüssigkeitsströmungswächter in oder an dem Flüssigkeitsleitungssystem fest, dass z.B. die Absoluttemperatur im Rücklaufzweig 5.3 oder eine Temperaturdifferenz zwischen dem Vorlaufzweig 5.2 und dem Rücklaufzweig 5.3 eine vorgegebene oder vorgebbare Schwelle überschreitet, gibt sie ein Fehlersignal oder eine Fehlermeldung ab, mit dem z.B. eine Warnlampe oder ein Warnton eingeschaltet oder eine Anzeige zur Information eines Benutzers gesteuert werden können, wobei auch eine Weiterleitung über einen Netzwerkanschluss an eine entfernte Überwachungsstelle möglich ist. Eine vorteilhafte Maßnahme besteht auch darin, dass die Überwachungs- und Steuerungseinrichtung 9 so ausgebildet, dass sie bei Auftreten eines Fehlersignals eine gemeinsame Stromversorgung der in dem Rack 2 bzw. Schaltschrank befindlichen Elektronikbaugruppen 1 abschaltet, so dass sichergestellt ist, dass kein Temperaturschaden dieser in der Regel teuren Einrichtung eintritt. Auch eine weitergehende rechnerische Verarbeitung des Fehlersignals und/oder eine Speicherung in einer Fehlerspeichereinrichtung für eine

Diagnose oder spätere Auswertung können vorgesehen sein. Die Überwachungs- und Steuerungseinrichtung 9 bildet dabei ein übergeordnetes Überwachungssystem, mit dem noch andere Sensorsignale aufgenommen und überwacht sowie verschiedene Aktoren auch des Kühlsystems gesteuert und geregelt werden können, wie in den ein-gangs genannten Druckschriften DE 196 09 651 C2 und WO 97/34345 näher ausgeführt.

Der in dem Rack 2 oder Schaltschrank angeordnete vertikale Abschnitt des zentralen Flüssigkeitsleitungssystems 5 ist vorzugsweise als Leitungseinheit mit einem Vorlaufkanal und einem Rücklaufkanal ausgebildet und kann separat in dem Innenraum des Racks 2 bzw. Schaltschranks z.B. an einem vertikalen Rahmenschenkel, Montageschienen oder der Innenseites eines Verkleidungsteils angebracht sein. Vorteilhaft ist insbesondere auch eine Ausgestaltung, bei der ein vertikaler Rahmenschenkel eine zum Innenraum des Racks 2 bzw. Schaltschranks über ihre Länge offene, im Querschnitt z.B. U-förmige Aufnahme besitzt, in die die Leitungseinheit auch nachträglich eingesetzt und darin fixiert, z.B. verrastet werden kann. Über die Länge der Leitungseinheit 5.4 sind in regelmäßigen Abständen Anschlussstellen mit Koppelementen zum Anschließen der zu den Elektronikbaugruppen 1 führenden Zweigleitungen ausgebildet.

Ansprüche

1. Flüssigkeits-Kühlsystem mit mehreren in einem Rack (2) oder Schaltschrank untergebrachten und jeweiligen zu kühlenden Elektronikbaugruppen (1) individuell zugeordneten Kühleinheiten (4) und ferner mit einer Überwachungs- und Steuerungseinrichtung (9) zum Überwachen der Kühltemperatur, dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühleinheiten (4) als Flüssigkeits-Kühleinheiten ausgebildet und über Zweigstellen (5.1) an ein in dem Rack (2) oder Schaltschrank integriertes gemeinsames zentrales Flüssigkeitsleitungssystem (5) angeschlossen sind und
dass die Steuerungs- und Überwachungseinrichtung zum Überwachen der Kühltemperatur in dem zentralen Flüssigkeitsleitungssystem (5) und Abgeben eines Fehlersignals bei Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperatur in einem Flüssigkeitsrücklaufzweig (5.3) oder Überschreitung einer vorgegebenen oder vorgebbaren Grenztemperaturdifferenz zwischen einer Temperatur in einem Vorlaufzweig (5.2) und einer Temperatur in dem Rücklaufzweig (5.3) oder bei Abfallen der Flüssigkeitsströmung unter einem vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert ausgebildet ist.

2. K hlssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Fehlersignal zum Auslösen eines Alarms und/oder zum Abschalten einer gemeinsamen Stromversorgung aller Elektronikbaugruppen (1) genutzt ist.
3. K hlssystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühleinheiten (4) an temperaturempfindlichen wärmeproduzierenden elektronischen Bauelementen thermisch angekoppelte, von der Kühlflüssigkeit durchströmte Kühlelemente aufweisen.
4. K hlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem (5) eine mit Vorlaufkanal und Rücklaufkanal versehene Leitungseinheit (5.4) aufweist, die vertikal ausgerichtet in dem Rack (2) oder Schaltschrank montiert ist und über ihre Länge zum Bilden der Zweigstellen (5.1) mit äquidistant angeordneten Kopplermitteln versehen ist.
5. K hlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein in dem Rack (2) oder Schaltschrank verlaufender Abschnitt des zentralen Flüssigkeitsleitungssystem (5) an einem vertikalen Rahmenschenkel, an mindestens einer Montageschiene oder an der Innenseite eines Verkleidungsteils angebracht ist.

6. Khlssystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass an oder in dem Rahmenschinkel eine vertikale, zum Innenraum des Rackes (2) oder Schaltschranks über ihre Länge offene Aufnahme integriert ist, in die der Abschnitt des zentralen Flüssigkeitsleitungssystems (5) eingesetzt ist.
7. Khlssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zentrale Flüssigkeitsleitungssystem (5) an einen Luft/Flüssigkeits-Wärmetauscher (8) und/oder einen Flüssigkeits/Flüssigkeits-Wärmetauscher (6) angeschlossen ist.
8. Khlssystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Flüssigkeits/Flüssigkeits-Wärmetauscher (6) an eine Rückkühlanlage (7) angeschlossen ist.

1/1

